

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos de la tesis	2
1.3. Estructuración de los contenidos	3
2. Principios básicos del filtrado adaptativo y control activo de ruido	5
2.1. Introducción	5
2.2. Control activo de ruido acústico	5
2.2.1. Motivación	5
2.2.2. Principios de funcionamiento del CAR	6
2.2.3. Evolución histórica	8
2.2.4. Descripción del CAR	10
2.2.5. Clasificación de los sistemas de control activo de ruido .	13
2.3. Sistemas adaptativos	16
2.4. Algoritmos de gradiente estocástico	20
2.4.1. Coeficientes que realizan el filtrado óptimo	20
2.4.2. Algoritmos de gradiente	21
2.4.3. Algoritmo LMS (<i>least mean square</i>)	23
2.5. Algoritmos de mínimos cuadrados	24
2.5.1. Minimización mediante mínimos cuadrados (LS)	25
2.5.2. Algoritmo RLS (<i>recursive least square</i>)	30
2.6. Filtrado de <i>Kalman</i>	34

2.7. Sistemas adaptativos aplicados al CAR	39
2.7.1. Estructura directa	42
2.7.2. Estructura clásica o de filtrado-x convencional	43
2.7.3. Estructura de filtrado-x modificada	47
2.7.4. Estructura adjunta	50
2.7.5. Elección de la estructura	52
3. Algoritmos de proyección afín y sus versiones eficientes	55
3.1. Introducción	55
3.2. Algoritmo LMS normalizado	56
3.3. Extensión del NLMS hasta el algoritmo de proyección afín.	59
3.4. Optimización computacional de los AP	62
3.4.1. Cálculo eficiente de la matriz inversa	62
3.5. Algoritmo eficiente de proyección afín (FAP)	64
3.5.1. Cálculo eficiente del vector de error	65
3.5.2. Cálculo eficiente de la actualización de los coeficientes	66
3.5.3. Cálculo eficiente del vector de error normalizado	72
4. Aplicación del algoritmo de proyección afín y sus versiones eficientes al CAR	77
4.1. Introducción	77
4.2. Algoritmos de proyección afín aplicados al CAR	79
4.2.1. Algoritmo de proyección afín multicanal usando la estructura de filtrado-x modificada	80
4.2.2. Algoritmo de proyección afín multicanal usando la estructura de filtrado-x convencional	84
4.3. Estudio de las prestaciones de los algoritmos propuestos	88
5. Estudio del error cuadrático medio de los algoritmos de proyección afín.	93
5.1. Introducción	93
5.2. Estudio del error cuadrático medio del algoritmo de proyección afín	94

5.3. Estudio del error cuadrático medio del algoritmo de proyección afín aplicado al CAR	104
5.3.1. MSE usando estructura modificada	106
5.3.2. MSE usando estructura de filtrado-x	114
5.4. Comparación de las diferentes estrategias y modelos	123
5.5. Estudio del error cuadrático medio del algoritmo de proyección afín multicanal aplicado al CAR	128
5.5.1. Estructura modificada multicanal	131
5.5.2. Estructura de filtrado-x multicanal	142
5.6. Resumen de relaciones matemáticas	148
5.6.1. Obtención de la relación de conservación de la energía .	148
5.6.2. Manipulaciones matemáticas a la ecuación de conserva- ción de la energía	148
5.6.3. Eliminación de la dependencia de $\mathbf{e}_N[n]$ en la ecuación de conservación de energía	149
5.6.4. Obtención del modelo del EMSE monocanal usando ac- tualización eficiente del vector de error (estructura de filtrado-x modificada)	150
5.6.5. Obtención del modelo del EMSE (estructura de filtrado- x convencional)	155
5.6.6. Obtención del modelo del EMSE usando cálculo eficiente del vector de error (estructura de filtrado-x convencional)	158
5.6.7. Cálculo de la norma ponderada en el algoritmo multicanal	161
5.6.8. Justificación del valor aproximado de $E\{(\mathbf{V}^T[n]\mathbf{U}[n])\}$.	162
6. Resultados de simulación	165
6.1. Introducción	165
6.2. Comparativa genérica	166
6.3. Comparativa para diferentes tipos de ruido	171
6.4. Efecto del retardo de los caminos secundarios en la velocidad de convergencia	172

7. Implementación práctica del algoritmo de proyección afín	179
7.1. Introducción	179
7.2. Descripción del prototipo y sistema de medidas	179
7.3. Análisis de las medidas	185
7.3.1. Ruido aleatorio	190
7.3.2. Tono 100 Hz	202
7.3.3. Ruido periódico	213
7.3.4. Robustez	224
7.4. Coste computacional real	229
8. Conclusiones y líneas futuras	231
8.1. Conclusiones	231
8.2. Líneas futuras	234
A. Comportamiento en régimen transitorio de los algoritmos de proyección afín.	237
A.1. Introducción	237
A.2. Análisis del transitorio del algoritmo de proyección afín con la estructura de filtrado-x modificada aplicado al CAR	238
A.3. Análisis del transitorio del algoritmo de proyección afín con la estructura de filtrado-x convencional aplicado al CAR	244
B. Estrategias eficientes aplicadas a los algoritmos LS	249
B.1. Introducción	249
B.2. Algoritmo <i>fast Kalman</i> o <i>fast transversal filter</i>	249
B.3. Algoritmo <i>fast Kalman</i> usando el error a posteriori	256
B.4. Algoritmos de ventana deslizante	260
B.5. Solución del problema mediante mínimos cuadrados (LS) con enventanado deslizante	261
B.6. Mínimos cuadrados recursivos con ventana deslizante	263
B.7. <i>Fast</i> RLS con enventanado deslizante	265

C. Recursión de <i>Levinson</i>	275
C.1. Introducción	275
C.2. Recursión de <i>Levinson</i>	275
C.3. Recursión de <i>Levinson</i> modificada	280
D. Simulador software de sistemas acústicos	287
D.1. Introducción	287
D.2. Breve descripción de la barra de menús	288
D.3. Definición de los algoritmos	299
E. Publicaciones relacionadas con la tesis	303
BIBLIOGRAFÍA	315